

## **Adaptabilidade e Estabilidade de Híbridos de Milho para Região Subtropical Via Modelos Mistos**



Foto: Jane Rodrigues de Assis Machado

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 25***

## **Adaptabilidade e Estabilidade de Híbridos de Milho para Região Subtropical Via Modelos Mistos**

Jane Rodrigues de Assis Machado  
Lauro José Moreira Guimarães  
Paulo Evaristo Oliveira Guimarães  
Cleso Antonio Patto Pacheco  
Walter Fernandes Meirelles  
Sidney Neto Parentoni  
Adelmo Resende da Silva  
Beatriz Marti Emygdio  
Mauro César Celaro Teixeira

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

Home page: [www.cnpms.embrapa.br](http://www.cnpms.embrapa.br)

E-mail: [sac@cnpms.embrapa.br](mailto:sac@cnpms.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Supervisão editorial: Adriana Noce

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa:

**1ª edição**

1ª impressão (2010): on line

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Embrapa Milho e Sorgo**

---

Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho para região subtropical via modelos mistos / Jane Rodrigues de Assis Machado ... [et al.]. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

23 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1217-1981; 25).

1. Milho. 2. *Zea mays* 3. Melhoramento genético vegetal. I. Machado, Jane Rodrigues de Assis. II. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

---

© Embrapa 2010

# Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>6</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>7</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>10</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>21</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>21</b>
<b>Referências .....</b>	<b>21</b>





# Adaptabilidade e Estabilidade de Híbridos de Milho para Região Subtropical Via Modelos Mistos

*Jane Rodrigues de Assis Machado<sup>1</sup>*

*Lauro José Moreira Guimarães<sup>2</sup>*

*Paulo Evaristo Oliveira Guimarães<sup>2</sup>*

*Cleso Antonio Patto Pacheco<sup>2</sup>*

*Walter Fernandes Meirelles<sup>2</sup>*

*Sidney Neto Parentoni<sup>2</sup>*

*Adelmo Resende da Silva<sup>2</sup>*

*Beatriz Marti Emygdio<sup>3</sup>*

*Mauro César Celaro Teixeira<sup>4</sup>*

## Resumo

O Ensaio Elite Sul vem sendo conduzido desde a década de 90 em vários locais representativos da região subtropical. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho, a adaptabilidade e a estabilidade de híbridos de milho avaliados no ensaio Elite Sul pela metodologia de modelos mistos. Os ensaios foram em 15 ambientes com número variável de tratamentos. Todos em delineamento látice, com duas linhas de cinco metros, espaçamento entre linhas de 0,80m e duas repetições. Para as análises de adaptabilidade e estabilidade, foram utilizados os dados de rendimento de grão, corrigidos para 13% de umidade, e aplicada a metodologia de Modelos Lineares Mistos seguindo o modelo 52 do software SELEGEN-REML/BLUP. Considerando-se os valores genotípicos e capitalizando-se a interação média entre genótipos e ambiente ( $u + g + ge$ ) os híbridos Maximus, 111002, 11998, 2F633 5 e 1G748 5 foram os melhores. Houve completa concordância na seleção dos cinco híbridos de melhor desempenho, entre os valores genotípicos e MHPRVG (medida concomitante de produtividade, adaptabilidade e estabilidade).

**Termos para indexação:** REML/BLUP; seleção genotípica; interação genótipo x ambiente.

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora em Melhoramento Genético, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Passo Fundo, RS. jane@cnpt.embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheiros Agrônomos, Doutores em Melhoramento Genético, Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. sac@cnpms.embrapa.br

<sup>3</sup>Bióloga, Doutora em Melhoramento Genético. Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. emygdio@cpact.embrapa.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal, Pesquisador da Embrapa Trigo. Passo Fundo, RS. mauro@cnpt.embrapa.br

# Adaptabilidade e Estabilidade de Híbridos de Milho para Região Subtropical Via Modelos Mistos

---

## Abstract

The Ensaio Elite Sul is conducted since the 90s in different locations of the subtropical region. The objective of this work was to evaluate the performance, adaptability and stability of the maize hybrids of the Ensaio Elite Sul using mixed models methodology. The experiments were conducted in 3 years in different locations (15 environments) and variable number of treatments. Every experiment was conducted in lattice design with two rows of five meters and 0.80m between rows and two replications. For adaptability and stability were used data of the yield grain, corrected for 13% humidity. The statistic analysis using mixed linear models methodology then using the model 52 of the software SELEGEN-REML/BLUP. Considering the genotypic values and capitalizing the interaction average between genotype and environment ( $u + g + ge$ ) the hybrids Maximus, 1I1002, 1I998, 2F633 5 and 1G748 5 were the best. There was total agreement on the selection of the five best performing hybrids, among the parameters of genotypic values and for harmonic average of the relative performance of the genotypic values (MHPRVG). That is a concomitant parameter of the evaluation of the productivity, adaptability and stability.

**Index terms:** REML/BLUP; genotypic selection; genotype x environment interaction.

## Introdução

Nos últimos cinco anos, a cultura do milho tem se consolidado, levando a aumentos sucessivo, tanto de produção quanto de consumo do grão. Vários fatores contribuem para esses eventos, tais como: a produção de etanol de milho nos Estados Unidos e o aumento na demanda por proteína animal nos países em desenvolvimento, que eleva o aumento na demanda por ração e em consequência a utilização do milho na produção da ração. Aliado a esses fenômenos tem-se ainda o reflexo do anúncio, pela FAO, na safra 2007/08, de uma possível crise global de alimentos. Tendo em vista esse quadro, foram necessários o aumento da área plantada e a elevação dos níveis de produtividade (MOLINARI, 2010).

O nível tecnológico dos produtores também mudou. Das tecnologias que deram certo, a utilização de híbridos foi a que mais impulsionou o aumento na produtividade de grãos. Na safra 2009/10, 73% das sementes comercializadas no Brasil foram de híbridos, destacando-se os híbridos simples e triplos, pelo seu potencial de rendimento (GUIMARÃES, 2009).

Todos os anos são obtidos milhares de híbridos nos programas de melhoramento de milho, que são considerados a base para os trabalhos de seleção. Esses híbridos experimentais são avaliados inicialmente em um a dois locais, devido à pequena quantidade de semente, e por ser o primeiro ciclo de seleção. Alguns materiais são descartados nessa etapa. Assim, a cada fase do Programa de Melhoramento, o número de híbridos vai diminuindo, com a seleção dos mais promissores, enquanto se aumenta o número de locais de avaliação, até obter um grupo seletivo de híbridos com os melhores desempenhos e características agrônomicas desejáveis, para o objetivo a que se destinam.

A região subtropical compreende o sul do Paraná, Santa Catarina e o Rio Grande do Sul. Essa região é responsável por mais de 47% da produção nacional de milho, o qual se apresenta como importante

produto da economia regional. Seu cultivo ocorre desde pequenas e médias propriedades, até propriedades onde são empregadas altas tecnologias, fazendo com que a região apresente média de produção 20% acima da nacional (CONAB, 2010).

A região subtropical exige a exploração de um tipo de germoplasma muito mais específico, que apresente, por exemplo, tolerância ao frio, para germinação em plantio realizados no cedo (agosto-setembro), insensibilidade ao fotoperíodo, porte e ciclo adequados e resistência às principais pragas e doenças. Desta forma, a Embrapa Milho e Sorgo desenvolve cultivares adaptadas a estas condições, a partir de germoplasma temperado. Um dos ensaios coordenados com esse objetivo é o Ensaio Elite Sul, composto por híbridos selecionados a partir de ensaios preliminares e conduzidos por vários anos em vários locais da região subtropical.

Além de elevado rendimento, as características agronômicas desejáveis à adaptação dos híbridos nos locais de cultivo e a estabilidade de produção ao longo dos anos são fatores que determinam a recomendação destes para a região.

As diferenças entre os anos e as regiões de cultivo podem afetar o comportamento das cultivares devido, principalmente, à interação genótipo x ambiente. A avaliação dessa interação nos programas de melhoramento é de grande importância, cabendo ao melhorista quantificar a magnitude e a significância de seus efeitos para adotar estratégias que possam minimizá-la ou aproveitá-la (CRUZ; REGAZZI, 1997).

Existem atualmente várias metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade citadas na literatura. Cargnelutti Filho et al. (2009) classificaram essas metodologias em: 1) as que são baseadas em análise de variância e dão informação sobre a estabilidade dos genótipos avaliados; 2) aquelas que usam a regressão linear e

informam sobre a adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos; 3) as que se baseiam na regressão bissegmentada não-linear e linear; 4) as de estatísticas não paramétricas, e 5) as que analisam os efeitos principais aditivos e a interação multiplicativa (AMMI). Todas elas dão informações importantes, no entanto são limitadas quando se tem dados desbalanceados, delineamentos experimentais não ortogonais e heterogeneidade de variâncias entre os locais onde são conduzidos os ensaios, pois assumem efeitos fixos para genótipos (RESENDE, 2004).

Ao se assumir efeitos aleatórios para tratamentos podem ser preditos empregando-se os efeitos genotípicos obtidos via BLUP (Melhor Preditor Linear Não-Viesado) por meio de procedimentos de máxima verossimilhança restrita (REML), ficando estes livres de influências de efeitos fixos, sob a ótica de Modelos Lineares Mistos (GUIMARÃES, 2010; RESENDE, 2004; CRUZ; CARNEIRO, 2006). O uso desses procedimentos permite comparar indivíduos ou variedades através do tempo e do espaço, corrigir os efeitos ambientais, estimar valores de componentes de variância e prever valores genéticos, podendo ser aplicados de forma eficaz tanto para dados desbalanceado, quanto para dados balanceados (RESENDE, 2004).

Segundo Guimarães et al. (2009), diversos autores utilizaram metodologias de modelos lineares mistos para estudos de adaptabilidade e estabilidade relativas aos efeitos genotípicos em várias culturas, em diferentes situações de desbalanceamento e observaram ser esse procedimento vantajoso por possibilitar lidar facilmente com dados desbalanceados e por permitir ordenação de tratamentos de maneira acurada.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho, a adaptabilidade e a estabilidade de híbridos de milho do Ensaio Elite Sul em 15 ambientes na região subtropical, por meio da metodologia de modelos mistos.

## Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos em três anos em diferentes locais e com número variável de tratamentos (Tabela 1). Todos os ensaios, foram conduzidos em delineamento látice, com parcelas de duas linhas de cinco metros, espaçamento entre linhas de 0,80m e duas repetições. Os plantios foram realizados considerando a indicação do zoneamento agroclimático do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. As adubações de plantio e cobertura seguiram as recomendações para cultura, de acordo com resultado da análise de solo. Nos ensaios foram avaliadas as características agronômicas: florescimento masculino (dias entre o plantio e 50% das plantas da parcela florescida), florescimento feminino (dias entre o plantio e 50% das plantas da parcela florescida), altura de planta (m), altura de inserção da primeira espiga (m), estande final (contagem de plantas na parcela por ocasião da colheita), acamamento e quebramento (somatório do número de plantas tombadas e de plantas quebradas – abaixo da inserção da espiga), rendimento de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e umidade na colheita (%). Para realização das análises de adaptabilidade e estabilidade foram utilizados os dados de rendimento de grãos corrigidos para 13% de umidade.

As análises estatísticas pela metodologia de Modelos Lineares Mistos foram feitas utilizando o modelo 52 do software SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2007), o qual fornece valores preditivos da média de adaptabilidade e estabilidade por meio da média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG), ideal para análise de ensaios em blocos incompletos instalados em vários locais.

Modelo Estatístico:

$$y = Xr + Zg + Wb + Ti + e$$

onde:  $y$  é o vetor de observações da característica avaliada;

$r$  é o vetor dos efeitos de repetições (assumidos como fixos) somados à média geral;

$g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios);

$b$  é o vetor dos efeitos de blocos (assumidos como aleatórios);

$i$  é o vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (considerados aleatórios);

$e$  é o vetor de erros ou resíduos (considerados aleatórios)

$X$  é a matriz de incidência para efeitos de repetições;

$Z$  é a matriz de incidência para efeitos genotípicos;

$W$  é a matriz de incidência para efeitos de blocos e

$T$  é a matriz de incidência para efeitos da interação genótipo x ambiente.

As repetições são organizadas de forma sequencial de um local para outro, pelo vetor  $r$ , tornando possível o ajuste dos dados e a recuperação de informação interblocos, considerando todas as combinações repetições-locais. Esse vetor contempla os efeitos de locais e de repetições dentro de locais.



**Tabela 1.** Relação dos locais, safras, estados, macrorregião e altitude onde foram conduzidos os Ensaios Elites Sul.

Num local	Nome local	Safras	Estado	Macrorregião <sup>#</sup>	Altitude (m)
1	Ponta Grossa	07/08; 08/09; 09/10	PR	ST	975
2	Panambi	07/08; 08/09	RS	ST	403
3	Pelotas	08/09	RS	ST	17
4	Passo Fundo	07/08; 08/09; 09/10	RS	ST	687
5	Vacaria	07/08; 08/09; 09/10	RS	ST	971
6	Londrina	07/08; 08/09	PR	TRs	585
7	Sete Lagoas*	07/08	MG	TR	610

<sup>#</sup>: ST – Subtropical; TRs – Transição; TR – Tropical; \* local foi mantido na avaliação para observar a adaptabilidade geral dos materiais.

Para montagem dos arquivos, os tratamentos foram numerados em sequência, nas três safras, onde os híbridos que se repetiam de um ano para outro ou nos três anos de avaliação receberam o mesmo número do tratamento, totalizando 74 híbridos. Sendo avaliados 36 híbridos na safra 2007/08, 30 na safra 2008/09 e 25 na safra 2009/10.

## Resultados e Discussão

O coeficiente de variação residual (CV) para produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) foi de 13,8%, sendo considerado baixo, mostrando que houve precisão na condução dos experimentos. O coeficiente de variação genético (CVg) foi de 12,2%, valor próximo ao valor obtido para o CV, indicando relativa facilidade na seleção de genótipos superiores. Essas medidas avaliadas em conjunto irão refletir na acurácia, que mede a correlação entre valores genéticos preditos e valores verdadeiros (RESENDE, 2000). Para acurácia, segundo Resende (2004), valores acima de 0,90 são considerados ótimos. Nesse trabalho a acurácia foi de 0,92, confirmando a qualidade dos experimentos nos diversos ambientes (Tabela 2).

A Tabela 2 apresenta ainda o componente de variância fenotípica e sua decomposição em componentes de variância genética e da interação para produtividade de grãos. A variância genotípica encontrada na análise foi altamente significativa ( $p < 0,01$ ) pelo teste de Qui-Quadrado para razão de verossimilhança (LTR), indicando que os

híbridos avaliados apresentam variabilidade, possibilitando a seleção de um grupo que tenha desempenho superior nas condições de clima subtropical.

**Tabela 2.** Análise de deviance e componentes da variância, acurácia e coeficientes de variação genotípico e residual, obtidos pela análise de REML individual, considerando a análise conjunta de 74 híbridos em 15 ambientes, na região subtropical para característica produtividade de grãos.

Efeito	Deviance	LTR Qui-Quadrado	Componentes de Variância
Modelo Completo	13659,67	-	-
Fenotípico	-	-	2121184
Genotípico	13748,47	88,8**	671957**
Blocos	13699,34	39,7**	104361**
IGA	13712,30	52,6**	490685**
Resíduo			854181
$h^2_{mg}$			0,85
$Ac_{gem}$			0,92
$CV_g$ (%)			12,2
$CV_e$ (%)			13,8
Média Geral ( $kg\ ha^{-1}$ )			6.690

IGA: interação genótipo x ambiente ;  $h^2_{mg}$  : herdabilidade ajustada da média de genótipos;  $Ac_{gem}$  : acurácia da seleção de genótipos;  $CV_g$  : coeficiente de variação genotípico;  $CV_e$  : coeficiente de variação residual. Qui-Quadrado tabelado com 1 grau de liberdade: (1%) 6,63, (5%) 3,84 e (10%) 2,71.

\*\* : significância de 1% pelo teste de Qui-Quadrado com 1 grau de liberdade.

Guimarães et al. (2010) encontraram valores semelhantes para variância genética ao avaliar variedades de milho cultivadas na safrinha de 2009.

O valor da herdabilidade ajustada das médias dos genótipos foi de 0,85, possibilitando a seleção dos híbridos baseado nas médias genotípicas.

A variância da interação genótipo x ambiente (IGA) foi de alta significância ( $p < 0,01$ ) pelo teste LTR e representou cerca de 23% da variabilidade fenotípica, indicando que os híbridos apresentam comportamento diferente nos ambientes avaliados. A importância de se obter a magnitude da IGA está na necessidade de estudos mais detalhados sobre o comportamento dos genótipos nos ambientes em que eles serão cultivados (MAIA et al., 2009). No caso dos híbridos avaliados aqui, essa interação pode ser aproveitada de maneira favorável, visto que o objetivo é encontrar genótipos mais adaptados a regiões específicas, dando assim maior segurança na indicação e na recomendação deles.

A variância ambiental entre blocos foi de 5% da variação fenotípica, confirmando mais uma vez que a experimentação foi eficiente.

Os valores genotípicos capitalizando a interação média entre genótipos e ambiente ( $u + g + g_e$ ) na análise conjunta dos 15 ambientes estão apresentados na Tabela 3. Considerando esse parâmetro de avaliação, certo híbrido comercial Maximus e os híbridos experimentais 111002, 11998, 2F633 5 e 1G748 5 apresentaram os melhores desempenhos. Observa-se que dentre eles apenas um é híbrido comercial (Maximus), os demais são híbridos experimentais com elevada performance podendo ser recomendados para cultivo na região subtropical. De acordo com Bastos et al. (2007), a predição de valores genotípicos capitalizando a interação só será superior se os genótipos selecionados foram cultivados em área com o mesmo padrão de interação genótipo x ambiente onde foram realizados os experimentos.

O valor genotípico para média dos anos, aproveitando o efeito médio da interação, gera resultados similares aos métodos em que capitaliza a adaptabilidade e a estabilidade simultaneamente (MAIA et al., 2009). No presente trabalho houve total concordância na seleção dos cinco híbridos de melhor desempenho, considerando-se valores genotípicos e MHPRV, semelhante ao observado por Bastos et al. (2007), onde a

ordenação de clones de cana-de-açúcar foi idêntica utilizando esses parâmetros.

Os resultados aqui apresentados indicam que o programa de melhoramento de milho da Embrapa para a região subtropical tem gerado híbridos competitivos com boa adaptabilidade e estabilidade.

**Tabela 3.** Classificação, valores genéticos (u + g + ge), média fenotípica, estabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas aos 15 ambientes para produtividade de grãos (kg. ha<sup>-1</sup>) para região subtropical.

Classificação	Híbridos	u + g + ge	Média Fenotípica	Híbridos	MHPRVG	MHPRVG*MG
1	Maximus	8098	9620	Maximus	1,1943	7990
2	111002	7670	7848	111002	1,1744	7856
3	11998	7649	7681	11998	1,1659	7800
4	2F633 5	7645	7140	2F633 5	1,1618	7773
5	1G748 5	7602	7648	1G748 5	1,1545	7723
6	P30R50	7599	7663	1H859	1,1533	7716
7	111006	7576	7702	111006	1,1532	7715
8	11997	7553	7622	11997	1,1532	7715
9	PMS 0219	7550	6831	PMS 0219	1,1481	7681
10	1H859	7549	7468	P30R50	1,1292	7554
11	1E408 5	7442	7461	1E408 5	1,1137	7450
12	3E474 4	7363	7415	111001	1,1132	7447
13	111001	7353	7459	PMS 3516A08	1,1095	7423
14	1H768	7334	6761	3E474 4	1,1064	7402
15	BRS 1040	7280	7425	1H768	1,1004	7362
16	PMS 3516A08	7264	6513	11999	1,0868	7271

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Classificação	Híbridos	u + g + ge	Média Fenotípica	Híbridos	MHPRVG	MHPRVG*MG
17	DKB390	7262	8690	DKB390	1,0856	7262
18	PENTA	7243	8474	PENTA	1,0842	7253
19	2B710	7230	8483	111007	1,0833	7247
20	1E409 5	7215	7211	2B710	1,0823	7240
21	11999	7174	7118	111008	1,0806	7229
22	111007	7149	7139	1E409 5	1,0800	7225
23	111008	7148	7074	BRS 1040	1,0765	7202
24	111003	7094	7047	111003	1,0738	7183
25	2E494 4	7081	8290	3E533 5	1,0707	7163
26	3E533 5	7076	6282	1H764	1,0651	7125
27	1H764	7076	6286	1G750 5	1,0562	7066
28	1G750 5	7008	6904	1G692 4	1,0453	6993
29	BRS 1002	6969	6978	111005	1,0404	6960
30	111005	6926	6742	2E530 5	1,0368	6936
31	1G669 5	6914	8134	PMS 1635	1,0332	6912
32	1G692 4	6911	6077	BRS 1002	1,0303	6892
33	2E530 5	6904	6080	1F651 5	1,0298	6889

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Classificação	Híbridos	u + g + ge	Média Fenotípica	Híbridos	MHPRVG	MHPRVG*MG
34	1D219 5	6902	6962	1G669 5	1,0294	6887
35	1F651 5	6887	6986	2E494 4	1,0289	6883
36	PMS 1635	6874	6077	111004	1,0271	6871
37	111004	6872	6687	111000	1,0202	6825
38	2D286 2	6836	8072	1G664 5	1,0185	6814
39	111000	6804	6629	1D219 5	1,0178	6809
40	1G664 5	6795	7936	2D286 2	1,0167	6802
41	1F592 4	6793	6835	11996	1,0121	6771
42	11996	6767	6633	1F640 5	1,0104	6759
43	1F640 5	6748	5881	1F592 4	1,0063	6732
44	PMS 3919	6742	5885	PMS 3919	1,0031	6710
45	2A106	6717	5814	P32R21	0,9998	6689
46	3G726 5	6709	5926	3G726 5	0,9997	6688
47	P32R21	6692	7903	3F659 5	0,9877	6607
48	P32R48	6617	5812	1G661 5	0,9823	6572
49	2E498 4	6603	7752	2A106	0,9803	6558
50	1G661 5	6583	7749	2E498 4	0,9789	6549

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Classificação	Híbridos	u + g + ge	Média Fenotípica	Híbridos	MHPRVG	MHPRVG*MG
51	3F659 5	6556	7616	P32R48	0,9754	6525
52	2E499 4	6508	7574	AG6018	0,9573	6404
53	AG 6018	6473	6339	1F645 5	0,9571	6403
54	2E539 4	6458	7592	2E499 4	0,9554	6391
55	1F645 5	6350	7370	2E539 4	0,9510	6362
56	1F652 5	6191	7244	1F652 5	0,9326	6239
57	BRS 3035	6177	6149	BRS 3035	0,9180	6141
58	1G753 5	6142	5235	BRS 1015	0,9089	6081
59	BRS 3025	6113	5194	1F649 5	0,9046	6052
60	1H766	6078	5101	BRS 3025	0,8943	5982
61	BRS 1015	6064	7212	1G753 5	0,8939	5980
62	1F649 5	6059	7105	1H766	0,8809	5893
63	BRS 2022	6046	5106	1G667 5	0,8793	5882
64	1G660 5	5920	6866	BRS 2022	0,8713	5829
65	1G667 5	5794	6841	1G660 5	0,8581	5740
66	1G665 5	5611	6610	1G665 5	0,8327	5571
67	1H767	5483	4445	1G668 5	0,8154	5455

Continua...



Tabela 3. Continuação.

Classificação	Híbridos	u + g + ge	Média Fenotípica	Híbridos	MHPRVG	MHPRVG*MG
68	SINT 256 L	5432	6296	SINT 256 L	0,8055	5388
69	P32R22	5398	4768	P32R22	0,7681	5139
70	1G668 5	5359	6332	1H767	0,7615	5094
71	1G663 5	5137	5927	1G663 5	0,7529	5037
72	1G666 5	4719	5457	1G666 5	0,6976	4667
73	1H765	4712	3540	1H765	0,6297	4213
74	1G662 5	4413	5134	1G662 5	0,5952	3982

## Conclusões

1. A metodologia de modelos mistos pode ser utilizada de forma eficiente para estimação de adaptabilidade e estabilidade em dados desbalanceados.
2. Os híbridos Maximus, 111002, 11998, 2F633 5 e 1G748 5 foram indicados como superiores devido a apresentarem os maiores valores preditivos da média de adaptabilidade e estabilidade.

## Agradecimentos

À Embrapa Milho e Sorgo, que desenvolve o programa de melhoramento de milho para região subtropical, à Embrapa Trigo, que é parceira de longa data nesse objetivo. A todos os colegas que ajudam na condução dos ensaios todos os anos.

## Referências

- BASTOS, I. T.; BARBOSA, M .H. P.; RESENDE, M. D. V. de.; PETERNELLI, L. A.; SILVEIRA, L. C. I. da.; DONDA, L. R.; FORTUNATO, A. A.; COSTA, P. M. de A. FIGUEIREDO, I. C. R. de. Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 4, p. 195-203, 2007.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; GUADAGNIN, J. P. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 340-347, 2009.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos: décimo segundo levantamento, setembro/2010. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7e05515f8222082610088f5a2376c6af..pdf>> . Acesso em: 10 out. 2010.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. rev. Viçosa: UFV, 2006. v. 1, 585 p. CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. v. 1, 390 p.

GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARAES, P. E. de O.; PACHECO, C. A. P.; MACHADO, J. R. de A.; MEIRELLES, W. F.; PARENTONI, S. N.; SILVA, A. R. da; MENDES, F. F. Avaliação de híbridos de milho em múltiplos ensaios utilizando modelos mistos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos. Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARAES, P. E. de O.; PACHECO, C. A. P.; MACHADO, J. R. de A.; MEIRELLES, W. F.; PARENTONI, S. N.; SILVA, A. R. da; MENDES, F. F. Adaptabilidade e estabilidade de variedades de milho na safrinha 2009 pela metodologia de modelos mistos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**. Rio Verde: Universidade de Rio Verde, 2009. p. 174-180.

MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTE, J. J. V.; BARROS, L. de. M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 39, n. 1, p. 43-50, 2009.

MOLINARI, P. Com sobra. In: ANUÁRIO BRASILEIRO DO MILHO 2010. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2010.

RESENDE, M. D. V. de. **Software Selegem - REML/BLUP**: sistema estatística e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 65 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 100).



---

*Milho e Sorgo*

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

